

УДК 612.461.232/616.36

**ПАТОГЕНЕЗ НАРУШЕНИЯ БЕЛОКСИНТЕЗИРУЮЩЕЙ ФУНКЦИИ ПЕЧЕНИ
ПРИ ИНТЕНСИВНОМ СНИЖЕНИИ ВЕСА У СПОРТСМЕНОВ****С.А.Салехов, А.М.Маратова, Н.Н.Максимюк****Институт медицинского образования НовГУ***Институт сельского хозяйства и природных ресурсов НовГУ, Nikolai.Maximuk@novsu.ru*

Проведен анализ динамики результатов исследования общего анализа крови и мочи, определения содержания белка, его фракций и показателей азотистого баланса в крови, состояния микроциркуляции на ногтевых ложах кистей и стоп у 36 бодибилдеров при интенсивном снижении веса в предсоревновательный период. Длительность наблюдения составила один месяц. Было установлено, что во время снижения веса отмечаются дегидратация и сгущение крови, приводящие к нарушениям микроциркуляции и нарушению транспорта кислорода, при этом нарастают явления катаболического кетоацидоза, что свидетельствует о нарушении белоксинтезирующей функции печени и необходимости разработки мероприятий по ее профилактике и коррекции.

Ключевые слова: *печень, профилактика, коррекция, синтез белка*

The change in the results of general blood and urine tests, determining the protein content, its fractions and measures of nitrogen balance in the blood, and microcirculation in the nail beds of fingers and toes in 36 bodybuilders at intense weight loss in the pre-contest period is investigated. The study duration was 1 month. It is found that during the weight loss process the hypohydration and hemoconcentration, leading to microcirculatory disturbances and disruption of oxygen transport, are observed. With that the growing phenomenon of catabolic ketoacidosis, which testifies to the hepatic proteosynthesis dysfunction and the need to elaborate the measures for its prevention and correction, is observed.

Keywords: *liver, prevention, correction, protein synthesis*

Снижение веса в видах спорта, где соревнования проводятся в различных весовых категориях, имеет большое значение, поскольку выступление в более легкой весовой категории позволяет спортсмену показать более высокий результат [1-3].

В межсоревновательный период спортсмены-бодибилдеры интенсивно набирают вес за счет мы-

шечной массы для достижения высоких результатов, а перед соревнованиями снижают вес на 15-25 кг в течение 1,5—2,5 месяцев, что позволяет успешно выступать на соревнованиях в более легких весовых категориях [4,5].

Во время снижения веса отмечается перестройка функционального состояния всех органов и

систем организма. Особого внимания при интенсивном снижении веса заслуживает контроль за состоянием печени.

Цель: изучить патогенетические особенности нарушения белоксинтезирующей функции печени при интенсивном снижении веса спортсменами-бодибилдерами в межсоревновательный период.

Материалы и методы

В основе нашей работы лежит анализ результатов оценки белоксинтезирующей функции печени у 36 спортсменов, длительно (более 5 лет) профессионально занимающихся бодибилдингом, которые в предсоревновательный период интенсивно снижали вес (10-12 кг/мес) для участия в соревнованиях в более легких весовых категориях. Длительность наблюдения составила 30 суток.

Исследования проводились на базе спортивного центра Федерации бодибилдинга и фитнеса, областного диагностического центра и областной клинической больницы. Возраст обследованных спортсменов колебался от 24 до 35 лет, средний возраст составил $27,4 \pm 2,3$ года.

Во время снижения веса ограничение физических нагрузок, с учетом вида спорта, имело свои особенности. Так, при снижении суммарного общего веса, поднятого спортсменом во время тренировки, разовые подъемы сохранялись на том же уровне, что и до снижения веса.

Режим питания предусматривал поступление животных белков при ограничении поступления углеводов и жиров. Прием жидкости составлял 3 литра в сутки. При этом дополнительно принимались препараты протеинов, аминокислот, минералов и витаминов, разработчиками которых являлись мировые лидеры в производстве спортивного питания.

До снижения веса в течение 6 месяцев спортсмены исследуемых групп не принимали анаболические стероидные препараты. При контрольном обследовании показатели гормонов были в пределах нормы.

Исследования были проведены на группе спортсменов, которым было необходимо снизить вес в течение первого месяца на 12,5-14,5 кг. Вес спортсменов до снижения веса колебался от 97,6 до 125,8 кг, средний вес составил $117,2 \pm 5,4$ кг.

При выполнении работы критериями для анализа во время снижения веса являлись динамика результатов общего анализа крови, гематокрита, СОЭ, общего анализа мочи, суточного диуреза, ее оптической плотности, биохимических показателей крови (аммиак, креатинин, мочевины, остаточный азот, сахар, общий белок, его фракции, индекс альбумины/глобулины), изменение показателей оксиметрии, капилляроскопии [6].

Снижение веса проходило в 3 этапа, с частичной стабилизацией его между этапами.

Продолжительность I этапа составила 3-5 дней, при этом отмечалось снижение веса на 2,4-3,5 кг.

После этого происходила стабилизация веса с минимальным его снижением в течение 4-7 суток (от 500 до 900 г).

Продолжительность II этапа составила 6-8 суток, при этом снижение веса колебалось от 2,9 до 3,8 кг.

После этого отмечалась частичная стабилизация веса в течение 5-7 суток, во время которых снижение веса колебалось от 0,75 до 1,25 г.

Продолжительность III этапа составила 4-6 суток, в течение которых снижение веса колебалось от 2,3 до 3,2 кг, после чего отмечалось резкое снижение веса от 750 до 950 г в течение 3 суток. На этом фоне менялся пищевой рацион (включались моносахаридные препараты) и тренировочный режим (снижались нагрузки), увеличивался суточный объем жидкости, увеличивались дозы препаратов, содержащих витамины и микроэлементы.

В течение 3-4 суток отмечалась стабилизация веса, и его снижение либо не превышало 100-150 г в сутки, либо отсутствовало, либо отмечалась прибавка в весе на 100-200 г в сутки. Перерыв длился в течение 5-8 суток, до стабилизации общего состояния.

Таким образом, в течение 30 суток наблюдения отмечалось снижение веса от 10,8 до 13,6 кг.

Забор крови, мочи для исследования производился до снижения веса и на 5, 10, 15, 20, 25, 30-е сутки во время снижения веса. Анализировались результаты, совпадающие с этапами снижения веса (5, 15, 25, 30-е сутки).

Забор крови производили утром натощак. При этом накануне были исключены тренировки. Для исследования производили забор крови из локтевой вены с помощью вакуумной системы. В 2 вакуумные пробирки с ЭДТА (антикоагулянт) производили забор крови для исследования общего анализа и биохимических показателей, а в третью тонкую пробирку — для определения СОЭ.

Для исследования мочи производили забор утренней порции и в этот же день исследовали суточный диурез.

В эти же сроки проводились капилляроскопия и оксиметрия, что позволяло оценить динамику состояния микроциркуляторного русла и кислород-транспортную функцию во время исследуемых этапов снижения веса.

При капилляроскопии критериями для анализа являлись общее количество капилляров, соотношение капилляров, содержащих и не содержащих элементы крови, что позволяло не только оценить общую васкуляризацию, но и функциональное состояние периферического микроциркуляторного русла.

Функциональное состояние периферического микроциркуляторного русла оценивали по соотношению активных сосудов, содержащих эритроциты, к неактивным, в которых форменные элементы крови не определялись.

Статистическая обработка материала проводилась на компьютере Pentium IV с использованием методов вариационной статистики, определением средней арифметической (M), ошибки средней арифметической (m) и расчетом критериев достоверности различий (t) по формуле и таблице Стьюдента.

Результаты лабораторных исследований в периоды частичной стабилизации были неинформатив-

ны и практически совпадали с данными, полученными во время предыдущего этапа, когда более интенсивно происходило снижение веса.

Результаты исследования и их обсуждение

Во время трех основных этапов снижения веса у спортсменов динамика изменения лабораторных показателей, результатов капилляроскопии и оксиметрии имели общие закономерности, которые сохранялись во время этих этапов.

Сравнительный анализ динамики показателей общего анализа крови и мочи свидетельствовал, что уже на начальном этапе снижения веса отмечалась тенденция к сгущению крови, о чем говорило увеличение количества эритроцитов, гематокрита и удельного веса мочи, при параллельном уменьшении СОЭ, количества утренней порции и объема суточной мочи

(табл. 1 и 2). То есть наметилась тенденция к дегидратации, несмотря на то, что объем потребляемой за сутки жидкости составлял 3 л.

Продолжающаяся прогрессировать динамика вышеприведенных показателей свидетельствовала о том, что во время снижения веса имеют место сгущение крови и явления дегидратации. При этом прогрессивное увеличение содержания МСМ в крови свидетельствовало о нарастании явлений эндогенной интоксикации.

Сгущение крови и дегидратация создают предпосылки для нарушения микроциркуляции с последующим нарушением транспорта к органам и тканям пластического, энергетического субстрата и кислорода. Это подтверждалось уменьшением уровня васкуляризации и активных элементов микроциркуляторного русла при проведении капилляроскопии.

Таблица 1
Динамика показателей исследования крови во время снижения веса

Исследуемый показатель	Время обследования				
	До	I этап	II этап	III этап	III _{крит.}
Эритроциты (4,3-5,7×10 ¹²)	4,8±0,4	5,2±0,3	5,8±0,4	6,2±0,3	6,5±0,3*
Ретикулоциты (2-12%)	1,1±0,1	1,0±0,1	2,2±0,1*	3,2±0,2*	2,9±0,2*
Гемоглобин (132-173 г/л)	142,8±2,3	146,2±2,1	154,6±1,9	158,8±1,5	163,9±2,1
СОЭ (2-15 мм/ч)	8,7±0,8	8,4±0,9	5,1±0,4*	4,6±0,4*	2,7±0,2*
Ht (39-49%)	44,8±0,8	47,3±1,3	48,2±0,7*	50,8±1,2*	54,6±0,9*
Цветовой показатель	0,98±0,03	1,02±0,04	1,05±0,06	1,09±0,09	1,12±0,08
Лейкоциты (4,0-10,0×10 ⁹)	6,7±1,7	7,6±1,4	8,9±1,2	7,9±1,1	7,2±0,7
Нейтрофилы:	66,3±1,5	68,1±1,3	64,4±1,7	58,1±1,1*	54,4±1,6*
а) СЯ (50-70%)	64,2±1,8	66,2±1,4	61,6±1,7	54,4±1,2*	51,3±1,3*
б) ПЯ (1-3%)	2,1±0,2	2,5±0,1	2,8±0,3	3,7±0,3*	3,8±0,2*
Лимфоциты (20-40%)	26,2±1,4	27,5±1,1	27,1±0,9	31,9±1,1	35,7±1,1*
Эозинофилы (1-5%)	2,7±0,4	1,5±0,1	3,2±0,2	4,1±0,3	3,7±0,3
Моноциты (3-9%)	3,7±0,2	2,9±0,3	2,7±0,1	2,5±0,2	3,0±0,2
Базофилы (0-0,5%)	—	—	0,4±0,02	0,2±0,01	0,3±0,02
Тромбоциты (100-300×10 ⁹ /л)	269,8±7,9	264,3±6,4	278,7±9,9	281,1±4,9	253,3±10,2
МСМ	0,17±0,01	0,20±0,02	0,24±0,01*	0,27±0,02*	0,34±0,01*

* — достоверность различий с показателями до снижения веса.

III_{крит.} — критическое снижение веса во время III этапа.

Таблица 2

Динамика показателей исследования мочи во время снижения веса

Исследуемый показатель	Время обследования				
	До	I этап	II этап	III этап	III _{крит}
Кол-во утренней порции	227,5±17,8	178,2±9,3	155,8±7,4*	136,2±8,3*	126,5±9,3*
Удельный вес	1024±3,1	1032±2,1	1039±3,3*	1041±3,2*	1048±3,1*
Цвет	Светло-желтый	Желтый	Темно-желтый	Темно-желтый	Темно-желтый
Прозрачность	Прозрачная	Прозрачная	Мутная	Мутная	Мутная
Реакция pH (4,5–8)	6,7±0,4	6,6±0,5	5,7±0,3	4,9±0,3*	4,5±0,3*
Эритроциты (0–2 в п. зр.)	—	—	1,3±0,2*	1,8±0,3*	2,7±0,4*
Лейкоциты (0–3 в п. зр.)	1,5±0,2	1,4±0,1	2,6±0,3	4,5±0,6*	6,2±0,9*
Бактерии	—	—	—	—	Ед.
Суточный диурез	1832±112	1421±78	1332±72*	1311±66*	1135±52*
Белок (до 70 мг/сут)	32,2±2,7	45,6±3,6	67,8±3,9*	74,9±3,3*	79,7±3,1*
Сахар (до 0,02%)	—	—	—	—	—
Кетоновые тела (20–50 мг/сут)	37,5±3,3	46,9±3,7	57,8±3,6*	66,3±4,2*	87,5±5,1*
NH ₃ (36–78 ммоль/сут)	42,9±3,4	47,1±3,8	59,3±3,7	84,2±4,9*	103,1±6,7*
Мочевая кислота (1,6–3,6 ммоль/сут)	2,4±0,2	2,7±0,3	4,9±0,4*	8,7±0,6*	10,4±0,9*
Мочевина (333,0–582,8 ммоль/сут)	472,4±21,1	545,1±27,3	598,4±32,2*	697,3±37,7*	987,3±47,9*

* — достоверность различий с показателями до снижения веса.

III_{крит} — критическое снижение веса во время III этапа.

Таблица 3

Результаты капилляроскопии во время снижения веса

Зона исследования	Время обследования				
	До	I этап	II этап	III этап	III _{крит}
Верхняя конечность					
Количество сосудов	13,4±0,7	12,8±0,5	12,2±0,6	11,5±0,7	11,3±0,5
Активные сосуды	54,9±2,3	51,1±1,8	46,9±1,6	41,7±1,4*	38,2±1,7*
Неактивные сосуды	45,1±2,3	48,9±1,8	55,1±1,6	58,3±1,4*	61,8±1,7*
K _{a/n}	1,22±0,06	1,04±0,05	0,85±0,04*	0,72±0,06*	0,62±0,07*
pO ₂	99,5±0,3	98,1±0,4	97,4±0,5*	96,6±0,4*	94,3±0,6*
Нижняя конечность					
Количество сосудов	12,8±0,6	12,5±0,6	12,1±0,5	11,5±0,6	11,1±0,6
Активные сосуды	52,2±2,1	49,7±1,7	44,3±1,3	40,3±1,5*	37,8±1,8*
Неактивные сосуды	47,8±2,1	50,3±1,7	55,7±1,3	59,3±1,5*	62,2±1,8
K _{a/n}	1,09±0,03	0,99±0,04	0,80±0,05*	0,68±0,06*	0,61±0,05*
pO ₂	99,1±0,4	98,1±0,4	97,4±0,5*	96,6±0,4*	94,3±0,6*

* — достоверность различий с показателями до снижения веса.

III_{крит} — критическое снижение веса во время III этапа.

Динамика результатов капилляроскопии совпадала с динамикой показателей общих анализов крови и мочи, свидетельствующих о дегидратации, сгущении крови и развитии на этом фоне микроциркуляторных нарушений (табл.3).

Снижение активных элементов микроциркуляторного русла сопровождалось уменьшением парциального давления кислорода при капилляроскопии.

Таким образом, на фоне дегидратации и сгущения крови развивались микроциркуляторные нарушения, приводящие к ишемии в органах и тканях, что создавало предпосылки для активизации анаэробного метаболизма.

Биохимическое исследование крови показало, что во время снижения веса отмечалось прогрессирующее снижение сахара в крови.

Таблица 4

Динамика белка и белковых фракций в крови во время снижения веса

Исследуемый показатель	Время обследования				
	До	I этап	II этап	III этап	III _{крит}
Общий белок (65-85 г/л)	78,9±4,4	82,4±4,7	78,7±4,1	68,5±3,2	61,3±4,2
Альбумины (40-50 г/л)	46,3±3,4	43,1±3,1	40,1±3,7	33,1±2,2*	28,6±2,6*
Глобулины (20-30 г/л)	30,3±2,4	36,8±3,2	36,5±4,7	33,5±4,7	32,1±4,7
Фибриноген (2-4 г/л)	2,3±0,3	2,5±0,2	2,1±0,2	1,9±0,1	1,6±0,2
K _{a/г}	1,53±0,12	1,21±0,11	1,12±0,08	0,98±0,08*	0,89±0,06*
Остаточный азот (7,06-14,1 ммоль/л)	9,1±1,7	12,4±1,3	15,1±1,4*	19,2±1,8*	21,7±1,9*
Мочевина (3,3-6,6 ммоль/л)	4,2±0,6	5,4±0,5	8,5±0,6*	11,3±0,7*	12,1±0,9*
Креатинин (0,088-0,177 ммоль/л)	0,011±0,002	0,031±0,007	0,095±0,009*	0,167±0,02*	0,278±0,03*
Мочевая кислота (0,12-0,38 ммоль/л)	0,23±0,01	0,33±0,02*	0,42±0,03*	0,65±0,05*	0,88±0,06*
Аммиак (21,4-42,8 мкмоль/л)	31,7±2,9	37,1±3,1	53,2±4,1*	59,8±5,3*	71,2±6,2*

* — достоверность различий с показателями до снижения веса.

III_{крит} — критическое снижение веса во время III этапа.

Учитывая, что во время снижения веса ограничивается потребление углеводов, снижение сахара в крови закономерно.

На этом фоне, несмотря на обогащенную белками и аминокислотами пищу, параллельно отмечалось и снижение белка в крови, в первую очередь, за счет уменьшения альбуминов, обеспечивающих онкотическое давление. При этом во время III этапа на фоне критического снижения веса 600-800 г/сут уровень белка в крови стал меньше уровня нижней границы нормальных показателей (табл.4).

В то же время отмечалось и увеличение уровня остаточного азота, отражающего азотистый баланс и катаболические процессы в организме. При этом уже во время II этапа отмечалось превышение содержания остаточного азота нормальных показателей, которое возрастало и в последующем.

Параллельно с увеличением остаточного азота отмечалось и увеличение содержания мочевины, креатинина, мочевой кислоты и аммиака, что свидетельствовало о катаболизме белков.

Абсолютное и относительное увеличение содержания мочевины в крови свидетельствовало о нарушении ее использования в орнитинном цикле синтеза белка.

Во время III этапа при критическом снижении веса значительное увеличение содержания аммиака в крови на фоне умеренного возрастания уровня мочевины являлось показателем того, что отмечалось не только нарушение орнитинового цикла синтеза белка, но и синтез мочевины из токсичного аммиака.

Соответственно, с течением времени удельный вес маркеров катаболизма белков в остаточном азоте возрастал, что свидетельствовало о снижении белоксинтезирующей и детоксикационной функции печени.

Особого внимания заслуживает то, что в моче параллельно отмечалось увеличение количества белка и продуктов катаболизма белков (мочевина, мочевая кислота, аммиак, кетоновые тела). При этом нарастало смещение pH мочи в кислую сторону, что являлось маркером развития метаболического ацидоза.

Таким образом, прогрессирующие нарушения функционального состояния белоксинтезирующей и детоксикационной функции печени на фоне катаболического синдрома и микроциркуляторных нарушений свидетельствуют о патогенетической целесообразности разработки и проведения мероприятий, направленных на профилактику и коррекцию этих нарушений во время интенсивного снижения веса у спортсменов.

1. Арансон М.В. Питание для спортсменов. М.: Физкультура и спорт, 2001. 222 с.
2. Барабанов А. Особенности атлетических тренировок катаболической направленности // Санкт-Петербург — родина отечественного атлетизма: Межд. сб. науч.-метод. тр. СПб., 2004. С.41-43.
3. Гордон С.М. Спортивная тренировка: Науч.-метод. пособие. М., 2008. 256 с.
4. Григорьева О.В. Работоспособность студентов-спортсменов, специализирующихся в единоборствах, при регуляции массы тела с использованием пищевых биологически активных добавок. М., 2003. 145 с.
5. Маратова А.М., Салехов С.А., Салехова Ю.С. Нарушение белоксинтезирующей функции печени и интоксикация при снижении веса у спортсменов // Здоровоохранение Кыргызстана. 2011. №2. С.62-64.
6. Салехов С.А., Маратова А.М., Ефимова Н.А. Патогенетические особенности интерпретации белоксинтезирующей функции печени при нормальных показателях белка в крови. // Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. 2011. Т.11. №7. С.114-116.

Bibliography (Transliterated)

1. Aranson M.V. Pitanie dlja sportsmenov. M.: Fizkul'tura i sport, 2001. 222 s.
2. Barabanov A. Osobennosti atleticheskikh trenirovok katabolicheskoi napravlenosti // Sankt-Peterburg — rodina otechestvennogo atletizma: Mezhd. sb. nauch.-metod. tr. SPb., 2004. S.41-43.
3. Gordon S.M. Sportivnaja trenirovka: Nauch.-metod. posobie. M., 2008. 256 s.
4. Grigor'eva O.V. Rabotosposobnost' studentov-sportsmenov, specializirujushhhsja v edinoborstvah, pri reguljacii massy tela s ispol'zovaniem pishhevyh biologicheski aktivnyh dobavok. M., 2003. 145 s.
5. Maratova A.M., Salehov S.A., Salehova Ju.S. Narushenie beloksintezirujushhej funkcii pecheni i intoksikacija pri snizhenii vesa u sportsmenov // Zdravoohranenie Kyrgyzstana. 2011. №2. S.62-64.
6. Salehov S.A., Maratova A.M., Efimova N.A. Patogeneticheskie osobennosti interpretacii beloksintezirujushhej funkcii pecheni pri normal'nyh pokazateljah belka v krovi. // Vestnik Kyrgyzsko-Rossijskogo Slavjanskogo universiteta. 2011. T.11. №7. S.114-116.